前号では，マルチチャネル・システムに対する疑問点を述べるとともに，各種フィルタの特性について調べてきました．その結果として（前号で指摘したＬＣ形ネットワークを使用する方法はしばらくおくとして），ＣＲ２段形チャネル・デバイダを試作することにしました．

この形式は肩特性も良好で，適当な補償を加えれば，パワー和やベクトル和の周波数特性を同時にほぼフラット近くに調整しうる見込みもあり，位相特性も良好だからです．

今回の試作は，実験的意味から大幅な改造や設計変更が予想され，調整完了の上は実用機として各種の性能も測定したいので，半実用機としてまとめることにしました．クロスオーバ周波数は自宅の再生装置ともにらみ合わせて，500Hz内外に選びます．

本機の製作

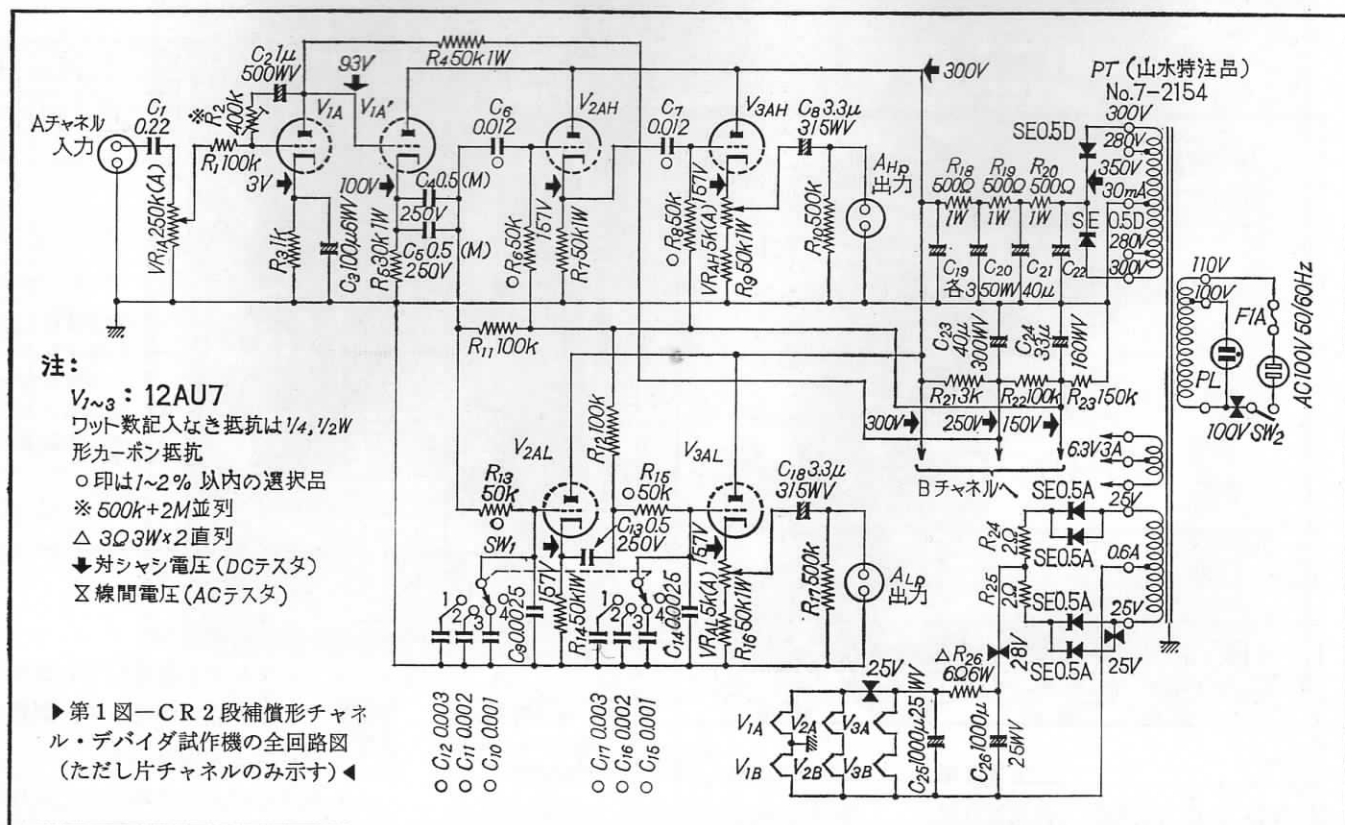
１．試作機の回路設計

試作機の回路接続は**第１図**に示すとおりで，手持の電源トランスの関係もあって真空管式としてあります．真空管はすべて12AU7を使用し，そのヒータは２本ずつ直列にして25Ｖの直流電源で点火します．

初段は利得調整用の増幅器で，入力端子から出力端子までの最大利得が２（６dB）になるよう，局部負帰還を調整します．さらに入力ボリュームには6dB，3dB，0dB，－3dB，－6dBの利得目盛りを付すことにしました．なお出力部にもボリュームが付されていますが（VR_{AH}，VR_{AL}，VR_{BH}，VR_{BL}），これは各セクションのわずかの利得差を微調するもので，調整後は接着剤で固定されます．

次段は直結カソード・ホロワ，ついでHp，Lp両チャネルに分割されますが，ＣＲフィルタはバッファ段（V_{2H}，V_{2L}）を介して同一特性のものが２段縦続接続されるわけです．むろん出力段には，カソード・ホロワを使用して（V_{3H}，V_{3L}），低インピーダンスで出力電圧がとり出されます．フィルタ素子はC_6，C_7，C_9，C_{14}およびR_6，R_8，R_{13}，R_{15}（ならびにLp側にはクロスオーバ切り換え用コンデンサが含まれ

注：
$V_{1\sim3}$：12AU7
ワット数記入なき抵抗は1/4, 1/2W形カーボン抵抗
○印は1～2％以内の選択品
※ 500k＋2M並列
△ 3Ω3W×2直列
⬇対シャシ電圧（DCテスタ）
⧖線間電圧（ACテスタ）

▶第１図―ＣＲ２段補償形チャネル・デバイダ試作機の全回路図（ただし片チャネルのみ示す）◀

る）で，これらのＣＲ素子はブリッジで測定して，おおむね１～２％以内のものを選択使用してあります．

試作機では，このクロスオーバの切り換えを４段に変更するため，Ｌｐ側の容量を0.001μF刻みに変化しますがＨｐ側は固定されたままになっています．そのため，SW_1の切り換えによってクロスオーバ周波数がすこしずつ移動しますが，もしクロスオーバ周波数を固定したまま，単に特性の重なりだけを変更したいばあいは，Ｈｐ側にも切り換えスイッチを挿入せねばなりません．このときはスイッチの接点数が増加します．

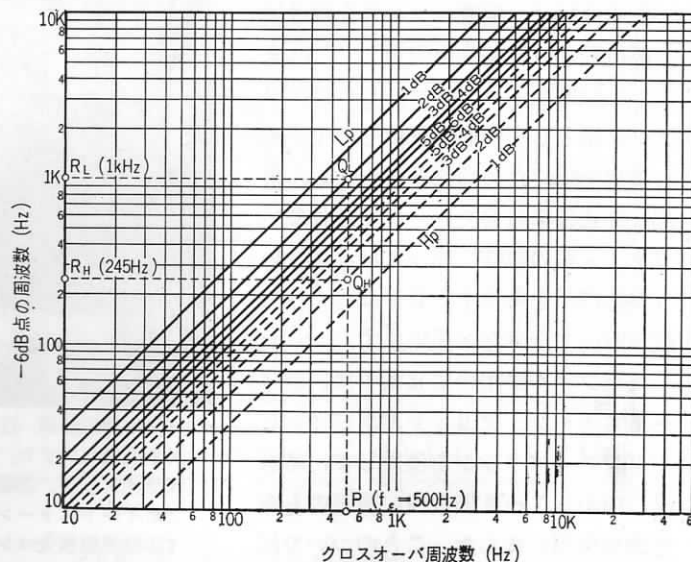
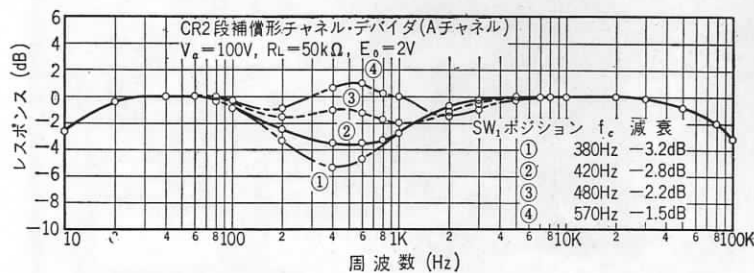
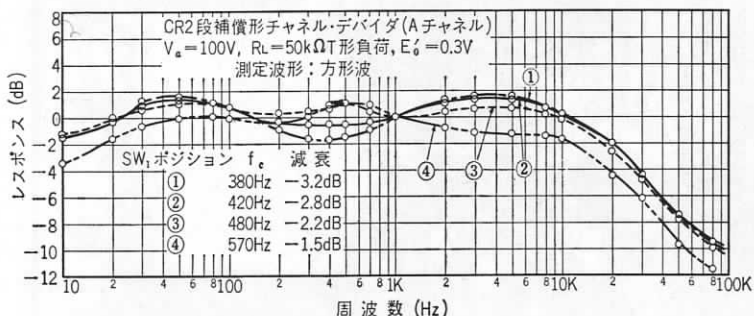
ＣＲ素子の定数を決定するには，**第２図**の線図を使用すると便利です．**同図**にはクロスオーバ周波数と，その点のＨｐ，Ｌｐ両側の減衰度と，それぞれのチャネルの－6dB点の周波数の関係が示されています．たとえば，クロスオーバ周波数が500Hz，その点の減衰が－2dBとすると，**同図**の横軸上に500Hzの点Ｐをとります．Ｐ点から垂線を立て，Ｌｐ，Ｈｐの－2dB線とそれぞれQ_L，Q_Hで交わらせます．このQ_L，Q_H点から縦軸に垂線を降すと，それぞれR_L，R_Hを得ますが，それはＬｐ側が1kHz，Ｈｐ側が245Hzということになります．

つまりＬｐ側を1kHz（CR１段のときのカットオフ周波数に相当する），Ｈｐ側を245Hzにとれば，両特性は500Hz，－2dBでクロスオーバするわけです．ここでＣＲの時定数を求めるには，

$$CR=\frac{159}{f_c}(\mu F\cdot k\Omega)$$

として，Ｌｐ側が$0.159\mu F\cdot k\Omega$，Ｈｐ側が$0.65\mu F\cdot k\Omega$となります．もしＬｐ，Ｈｐ両方のＲを50kΩとすると，Ｌｐ側の容量は$C_L=0.00318(\mu F)$，Ｈｐ側の容量は$C_H=0.013(\mu F)$となります．

試作機はカソード・ホロワ結合段が，左右両チャネル合わせて10ヵ所あります．そのうち初段の直結部はべつとして，他の８ヵ所は全部同じグリッド電圧が加えられます．このグリッド電圧の極性はプラスなので，全部一括してＢ電源を分圧して供給しています．なお試作機は，改造や設計変更を予想して12AU7を６本も使用しましたが，チャネル・デバイダの挿入損を考えなけ

▽▽▽▽▽▽▽▽▽
第２図―ＣＲ２段チャネル・デバイダのＣＲ素子の定数決定線図
△△△△△△△△△

←第7図―試作機のベクトル和の周波数特性

←第8図―方形波による試作機の合成周波数特性

試作機の雑音ひずみ率は，総合周波数特性の測定と同じ50kΩのT形負荷の合成出力電圧を，電圧増幅度25.25，内部ひずみ率0.07%以下のパワー・アンプを通して測定しました．この際は負荷抵抗をシールドしても，どうしても多少の外部雑音の誘導を受けて低出力のひずみ率の測定値があやふやになりますが，**第5図**に示すようにいちおう満足できる値となりました．

なお，試作機の出力インピーダンスは，約1kΩていどです．

(3) クロスオーバ特性

試作機のクロスオーバ特性は**第6図**に示すとおりで，SW_1の②の位置が通常の −3dB クロスオーバのばあいです．さらに総合周波数特性（ベクトル和の周波数特性）は**第7図**のとおりで，SW_1 の③で 最大−2dBのディップを生じ，④では−1.5dB のディップと＋1dBのピークを生じています．

第8図は，方形波を試作機で Hp，Lp に分割し，さらにその出力を合成したときの周波数特性で，思ったよりもデコボコが多く，正弦波の実測曲線とよく対応していますが（筆者は方形波ではもっとフラットになりそうに思っていました），さすがにピークやディップは小さくなっています．**同図**②の正極性接続では，正弦波ではディップは−3.6dB となっていますが，方形波では−2dB弱，③ではほとんど1dBの範囲（中心レベルに対して±0.5dB）というぐあいで，実用的には両方ともほぼフラットと考えてよいていどになります．

第9図は，**第6図**から算出したパワー和の周波数特性で，これはSW_1の②③で0.8dB弱のピークあるいはディップを生ずるていどで，実際的にはほとんどフラットと考えてさしつかえないわけです．

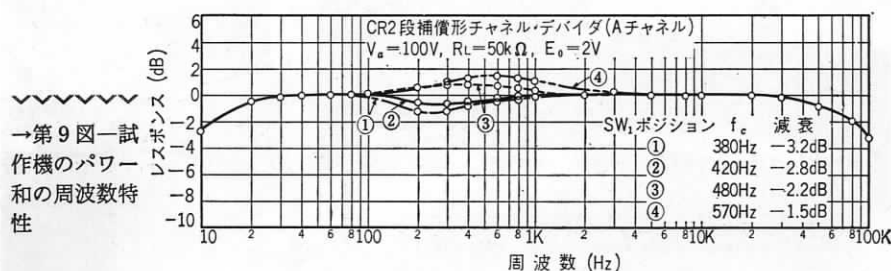
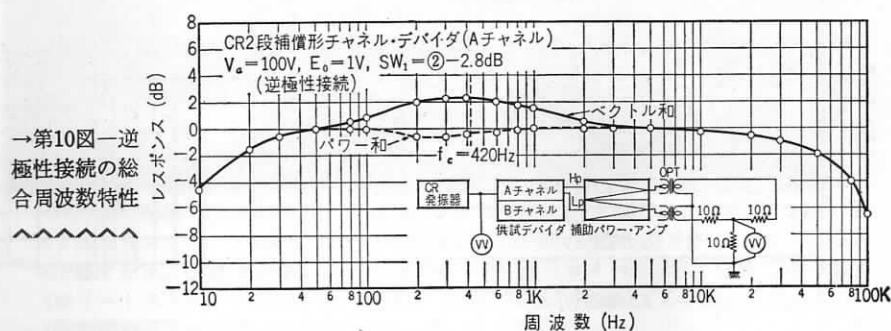
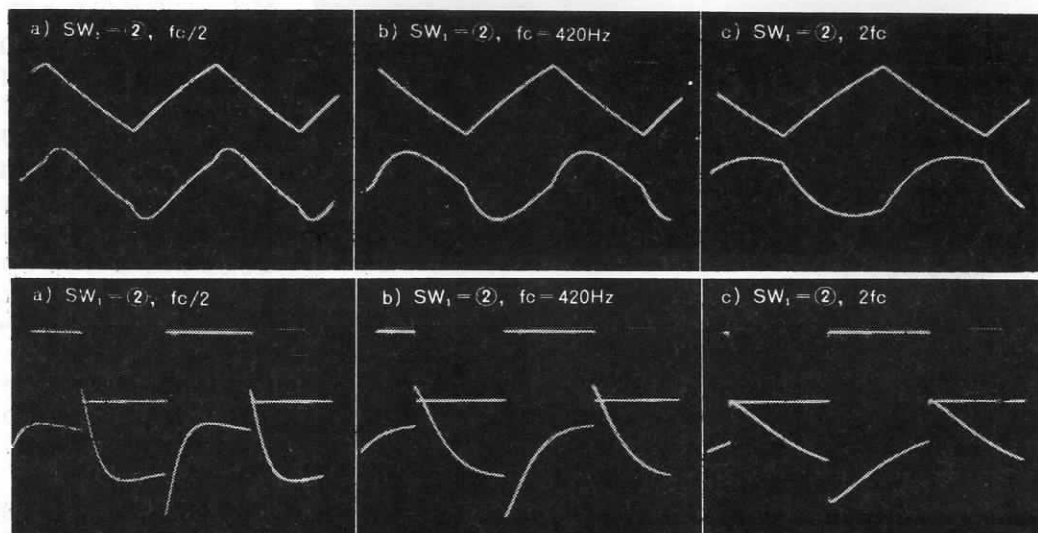
さらにSW_1の②の位置で，逆極性接続のときのベクトル和の周波数特性を測定した結果が**第10図**で，むろんこのばあいはクロスオーバ点付近に2.3dBのピークを生じます．この測定に当っては，同一特性の無帰還アンプを使用し，片一方のアンプの出力特性を逆転して合成しました．

ここで注意したいことは，上掲の総合周波数特性にはいずれも多少の起伏を生じていて，これが何となく気にかかる人もありましょう．しかしスピーカにはこれ以上の起伏があり，さらに実際の音場合成の不完全さはさらにはなはだしいことを思えば，これ以上のフラットさを要求することは，精神衛生いがい，たいして意味のあるものではありません．

(4) 波形合成特性

この特性の観測に当っては主として3角波を使用し，必要によっては方形波を並用することにしました．測定回路は，総合周波数特性の測定のばあいと同様，50kΩ のT形負荷の中点―アース間の波形を原波形と比較します．いずれも上側が原波形，下側が合成電圧波形です．

写真1～4は，それぞれSW_1の①②③④の位置における合成波形で，左から$f_c/2$, f_c, $2f_c$の順になっています．ごらんのとおり少しづつ波形が変わっていますが，おおむね良好な再現性を示しています．

念のため，SW_1の③位置について方形波を観測した結果が**写真5**，さらに周波数を500Hz一定に保ちSW_1を①，②，③，④と順次切り換えたときのものが**写真6**です．ごらんの通り，3角

→第9図―試作機のパワー和の周波数特性

→第10図―逆極性接続の総合周波数特性

▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽
写真7—SW_1=②−2.8dB逆極性接続（3角波）．f_c=420Hz，E_o=1Vrms
△△△△△△△△△△△△△△△△△

▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽
写真8—SW_1=②−2.8dB逆極性接続（方形波）．f_c=420Hz，E_o=1Vrms
△△△△△△△△△△△△△△△△△

波では大したひずみを生じないばあいでも，方形波ではかなり形が崩れることがわかります．

しかしこれは当然なことで，3角波はもともと正弦波にもきわめて近く，波形合成の観測波としては少し甘すぎるからです．

ただここで考えなければならないことは，スピーカを対象とする伝送系の波形伝送性能に，それほど高い忠実度を要求することが妥当であろうか……ということです．

もしここで，波形伝送が高忠実度再生にとってきわめて重要であるとするならば，従来の録音再生系の随所に散在する移相要素をどう考えるべきか……少なくとも，位相の問題はマルチチャネル以前の重要課題として扱われねばならぬはずです．筆者はこの点については“ぜんぜん無視するわけには行かぬが，他の特性を犠牲にしてまで実現するには値しない”という考え方を持っています．

さて，SW_1の②の位置は旧来のCR 2段−3dBクロスオーバのばあいですが，これについては逆極性のときの合成波形（3角波および方形波）を観測しました．**写真7**，8がそれで，このばあいは位相が180°もシフトするので，当然なことながら波形はいちじるしく崩れてしまいます．

なおこの観測に使用した計器は，写真に示すように，オシロが東芝製“2D 4形”2現象シンクロ，発振器はTOAの超低周波発振器（正弦波，3角波，方形波）です．残念ながら，手許に精密な位相計がないので，位相の測定は全部割愛しました．

総　合　所　見

筆者が柄にもなく，チャネル・デバイダなどを作ってみようという気になったのは，もちろん山根・山中両氏のフィルタ論に刺激されてのことですが，それ以前から抱いていたいくらかの疑問を，実際に確かめて見たかったからです．とくにCR形の単純明快なスタイルに対する愛着が，このような形式を選ばせた原因でもありましょう．

できあがったデバイダの特性は，ちょうど山根式と山中式を加えて2で割ったような平凡なものになりましたが，現在，パワー和の周波数特性とベクトル和の周波数特性と，さらに位相の周波数特性を同時にフラットにしながら，肩特性を自由にコントロールしうるデバイダの設計法が確定していない状況では，1つの妥協の道として成立しうるということです．少なくとも試作機ていどの性能を備えていれば，肩特性の好みを除外するかぎり，実際の使用面で不満はないものと確信しています．

ただここで，誤解しないでいただきたいことは，筆者は山根式を含めて従来のパワー和一定の考え方，あるいは山中式の伝達関数1の考え方を，全面的に否定する気は毛頭ないということです．

いずれも電気回路のフィルタとしては，いろいろな意味で優れたものを持っていることは，疑う余地がありません．しかしスピーカを対象とする，いわゆるマルチチャネル用のフィルタとしては，いずれも不完全であるという点で，無条件では承服しかねる次第です．

もっとも中高音対高音，高音対超高音間の分割フィルタとしては，従来のCR形でもよし，また山根式でもよし，要するにその選択の基準は肩特性がもっとも重視されるであろうことはいうまでもありません．

チャネル・デバイダとしては未だ多くの工夫の余地があるわけですが，ただそれらの開発に当って，単なる回路論的な興味からではなく，現実の音場構造をふまえた実際的な立場からの研究が大いに期待される次第です．

（以上）

×　　×